

**J.P. Hei. 3 - 101011**

- (19) Japanese Patent Office (JP)  
 (12) Kokai (Laid Open) Patent Publication (A)  
 (11) Laid Open Patent Publication Number : J.P. Hei. 3 - 101011  
 (42) Date of Publication of an Unexamined Patent : April 25, J.P. Hei. 3 (1991)  
 Examination Request : Not Requested  
 Number of Claims : 3 (Total of 2 pages in the Japanese original)

---

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	Classification	Internal Filing Codes
H 01 B 12/02	ZAA	8936 - 5G
C 22 C 1/09	A	7727 - 4K
	B	7727 - 4K
H 01 B 13/00	HCS	7244 - 5G
	D	

---

**(54) Title of the Invention: Super Conductive Wire Stabilizing Material and Its Manufacturing Method**

- (21) Application Number : J.P. Hei. 1 - 235626  
 (22) Date of Filing : September 13, J.P. Hei. 1 (1989)  
 (72) Inventor and Address : Takuya Suzuki  
 Furukawa Denki Kogyo K.K.  
 2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To  
 (72) Inventor and Address : Kazuo Taguchi  
 Furukawa Denki Kogyo K.K.  
 2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To  
 (72) Inventor and Address : Osamu Kodachi  
 Furukawa Denki Kogyo K.K.  
 2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To  
 (72) Inventor and Address : Kazuhiro Kimishima  
 Furukawa Denki Kogyo K.K.  
 2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To  
 (71) Assignee and Address : Furukawa Denki Kogyo K.K.  
 2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To  
 (74) Representative : Patent Attorney : Hiroshi Wakabayashi
-

## Details

### 1. Title of the Invention : Super Conductive Wire Stabilizing Material and its Manufacturing Method

#### 2. Claims

(1) A super conductive wire stabilizing material that is characterized by being made of a composite in which ceramic whiskers is dispersed into high purity aluminum.

(2) A super conductive wire stabilizing material manufacturing method that is characterized by setting a pre-form comprised of one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers,  $\text{SiC}$  whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers into a mold for molten metal forging, and melt forging high purity aluminum having a purity of more than 99.99%.

(3) A super conductive wire stabilizing material manufacturing method that is characterized by mixing one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers,  $\text{SiC}$  whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers, press powdering, de-gassing, hot pressing, and heat extruding it.

#### 3. Detailed Explanation of the Invention

##### [Industrial Application Area]

This invention relates to the super conductive wire stabilizing material of aluminum series and its manufacturing method.

##### [Prior Technology and Problems]

High purity aluminum possesses a higher residual resistance ratio and a smaller electrical resistance than high purity copper at liquid helium temperature, and has a light weight; because of this, it is an excellent material as a super conductive stabilizing material. However, high purity aluminum possesses a low mechanical strength; therefore, if such is demanded, a separate strengthening member is necessary, and also, if an attempt is made to composite it with alloy series super conductors such as  $\text{NbTi}$ , such a process cannot be done because the deformation resistance of both are excessively high.

**[Method for Solving the Problem and Action]**

This invention presents a super conductive wire stabilizing material which solves the above problem, and its construction is characterized by being made of a composite in which ceramic whiskers are dispersed in high purity aluminum.

As ceramic whiskers,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers, SiC whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers are usable. These ceramic whiskers do not dissolve at all in high purity aluminum, and moreover, because their strength is high in their fiber form, by dispersing them in high purity aluminum, it becomes possible to strengthen its mechanical strength without lowering the residual resistance ratio of the high purity aluminum much.

To manufacture the super conductive wire stabilizing material described above, there is the method of setting a pre-form made of one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers, SiC whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers into a mold for molten metal forging, and melt forging high purity aluminum having a purity of more than 99.99% into this.

The pre-form used here does not contaminate (illegible) the high purity aluminum, and therefore it can be made without using a binder. The whisker content ratio is normally approximately 4 ~ 35 vol%.

As the other manufacturing method, the method of mixing one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers, SiC whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers, press powdering, de-gassing, hot pressing, and heat extruding it is also usable.

This method based on powder (illegible) metal does not have a limit on the whisker content ratio, and this is determined based on balancing the strength and process-ability.

**[Practical Examples]****Practical Example 1**

A SiC whisker pre-form having a 14% SiC whisker content was prepared without using a binder, and this was set in a metal mold for molten metal forging; 800°C melted aluminum obtained by melting aluminum ingot having a purity of 99.99% was carefully poured into this without contaminating it, it was pressured immediately, and it was impregnated into the pre-form described above. Thus, composite pellets were manufactured.

These composite pellets were extruded at an extrusion ratio of 20% to become an outer diameter of 15 mm, and by taking a test piece from this extruded material, measurements of its tensile test and residual resistance ratio were performed. The results were : tensile strength = 35 kg/mm<sup>2</sup>; load bearing = 28 kg/mm<sup>2</sup>; stretch = 15%; and residual resistance ratio = 2500.

Also, because the residual resistance ratio of the aluminum ingot was 3500, a drop in the residual resistance ratio was seen by making it into a composite, but this is considered to

be due to contamination from re-melting. From this result, it became clear that a super conductive wire stabilizing material possessing a low resistance which is better than that of high purity copper (200 ~ 300), high strength, and light weight was obtained.

Also, by possessing the strength described above, when it is made into a composite super conductive wire, there is no need to install a strengthening member. Further, because of its large deformation resistance, a composite process with alloy series super conductors such as NbTi becomes possible.

### Practical Example 2

Aluminum having a purity of 99.99% was used as the raw material, aluminum powder was made using an atomizing method in an argon atmosphere, and powder of more than 100 mesh but less than 10 mesh selected from this powder and SiC whiskers were mixed with an attritor in an argon atmosphere. The SiC whisker content ratio was 14%. The mixed powder so obtained was press powdered, degassed, hot pressed, and heat extruded in a manner similar to Practical Example 1, and from the extruded material so obtained, a test piece was taken and a measurement of the tensile test and residual resistance ratio was performed. The results were : tensile strength = 40 kg/mm<sup>2</sup>; load bearing = 54 kg/mm<sup>2</sup>; stretch = 9%, and residual resistance ratio = 1700. Although the residual resistance ratio was slightly lower than that of Practical Example 1, it is thought to be due to contamination during the powdering processes. However, its strength is higher than that of Practical Example 1, and its stretch is also sufficient. Accordingly, this is an extremely good material as a super conductive wire stabilizing material.

### [Effectiveness of the Invention]

As explained above, the super conductive wire stabilizing material related to this invention possesses a higher strength and residual ratio, is moreover light in weight, and possesses an much higher performance characteristic than that made of conventional pure copper.

Representative for the Applicant : Patent Attorney : Hiroshi Wakabayashi

**Translated By : Naoko Fujioka**

**9366 Lake Jane Trail**

**Lake Elmo, Minnesota 55042**

**Tel : (612) 770 - 8206**

**Fax : (612) 770 - 5527**

(Translator's Note: The Japanese original is a very poor copy and some numbers and words were either uncertain or illegible.)

⑤ 日本国特許庁(JP)

⑥ 特許出願公開

⑦ 公開特許公報(A) 平3-101011

⑧ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑨ 公開 平成3年(1991)4月25日

H 01 B 12/02

ZAA

8936-5G

C 22 C 1/08

A

7727-4K

H 01 B 13/00

HCS

B

7727-4K

D

7244-5G

審査請求 未請求 請求項の枚数 3 (全2頁)

⑩ 発明の名称 超電導線用安定化材およびその製造方法

⑪ 特 願 平1-235626

⑫ 出 願 平1(1989)9月13日

⑬ 発 明 者 鈴木 卓 哉 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
 ⑭ 発 明 者 田 口 和 夫 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
 ⑮ 発 明 者 小 太 刀 修 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
 ⑯ 発 明 者 若 島 和 浩 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
 ⑰ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
 ⑱ 代 理 人 弁理士 若林 広志

一、発明の名称

超電導線用安定化材およびその製造方法

二、特許請求の範囲

1. 高純度アルミニウム中にセラミックウィスカを分散させた複合材よりなることを特徴とする超電導線用安定化材。

2. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカ、SiCウィスカおよびTiB<sub>2</sub>ウィスカのうちの1種または2種以上からなるプリフォームを母相製造用金型内にセットし、純度99.99%以上の高純度アルミニウムを母相製造することを特徴とする超電導線用安定化材の製造方法。

3. 純度99.99%以上の高純度アルミニウムの粉末と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカ、SiCウィスカおよびTiB<sub>2</sub>ウィスカのうちの1種または2種以上とを、混合、圧粉、製粉、ホットプレス、熱間押出することを特徴とする超電導線用安定化材の製造方法。

三、発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、アルミニウム系の超電導線用安定化材と、その製造方法に関するものである。

(従来技術とその問題)

高純度アルミニウムは強磁性比が高く、液体ヘリウム温度では高純度銅より電気抵抗が小さく、かつ軽量であるため、超電導線の安定化材として優れた材料である。しかしながら高純度アルミニウムは、機械的強度が低いため超電導線として強度が要求される時には別に強度メンバが必要となり、またNbTi等の合金系超電導線と重合しようとする両者の形状抵抗が大きく過ぎて複合加工ができなかった。

(課題の解決手段とその作用)

本発明は、上記のような課題を解決した超電導線用安定化材を提供するもので、その構成は、高純度アルミニウム中にセラミックウィスカを分散させた複合材よりなることを特徴とするものである。

セラミックウィスカとしては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィ

スカー、SiCウィスカーおよびTiB<sub>2</sub>ウィスカー等を使用できる。これらのセラミックウィスカーは高純度アルミニウムに全く溶解せず、しかも繊維状で強度が極めて高いため、これを高純度アルミニウム中に分散させることにより、高純度アルミニウムの靱性抵抗比をそれほど低下せず、機械的強度を高めることが可能である。

上記のような超電導用安定化材を製造するには、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカー、SiCウィスカーおよびTiB<sub>2</sub>ウィスカーのうちの1種または2種以上からなるブリフォームを特導用途用金型内にセットし、純度99.99%以上の高純度アルミニウムを特導用途するという方法をとることが出来る。

ここで使用するブリフォームは高純度アルミニウムを汚染させないためバインダーを使用することなく作成される。ウィスカーの含有率は通常4~25vol%程度である。

また他の製造方法としては、純度99.9%以上の高純度アルミニウムの粉末と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカー、SiCウィスカーおよびTiB<sub>2</sub>ウィスカー

のうちの1種または2種以上とを、混合、圧粉、蒸ガス、ホットプレス、熱間押出するという方法も使用可能である。

この粉末冶金による方法は、ウィスカーの含有率に限界はないが、ウィスカー含有率は強度と加工性のバランスから決められる。

#### (実施例)

##### 実施例1

SiCウィスカー占領率14%のSiCウィスカーブリフォームをバインダーを使用することなく作成し、これを特導用途用の金型内にセットし、その金型内に、純度99.997%のアルミニウムインゴットを汚染されないように注意深く溶解して得た300℃のアルミニウム熔湯を注入し、直ちに加压して上記ブリフォーム内にアルミニウム熔湯を充填させ、複合材ビレットを製造した。

この複合材ビレットを、500℃で、押出し20で、外径15mmに押し出し、押出材から試験片をとり、引張り試験と靱性抵抗比測定を行った。その結果、引張り強度：35kg/mm<sup>2</sup>、耐力：28kg/mm<sup>2</sup>、伸び：

4

ネットプレスし、さらに実施例1と同様に熱間押出し、得られた押出材から試験片を採取して、引張り試験と靱性抵抗比測定を行った。その結果、引張り強度：40kg/mm<sup>2</sup>、耐力：34kg/mm<sup>2</sup>、伸び：9%、靱性抵抗比：1700であった。実施例1より靱性抵抗比が若干低い。これは粉末冶金工場の汚染によるものと考えられる。しかし強度は実施例1より高くなっており、伸びも十分ある。したがって超電導用安定化材として極めて好適な材料である。

#### (発明の効果)

以上説明したように本発明に係る超電導用安定化材は、従来の純銅よりなる安定化材に比べ、高強度で、靱性抵抗比が高く、しかも軽量であり、超電導用安定化材として極めて高い性能を有している。

出願人代理人 弁理士 若林広広



15%、靱性抵抗比：2500であった。

なお使用したアルミニウムインゴットの靱性抵抗比は3500であったので、複合材としたことにより靱性抵抗比の低下がみられたが、これは再溶解による汚染によるものと考えられる。この結果から4.2%では高純度銅（靱性抵抗比200~300）を上回る低抵抗が得られ、強度も高く、軽量の超電導用安定化材が得られることが分かった。

また上記のような強度があれば複合超電導線としたときに強度メンバーを設ける必要がない。さらに炭素抵抗が大きいためNBTI等の合金系超電導線との複合加工も可能である。

##### 実施例2

純度99.997%のアルミニウムを原料としてアルゴン雰囲気中でのアトマイズ法によりアルミニウム粉末を製造し、この粉末から選別した100メッシュ以上10メッシュ以下の粉末と、SiCウィスカーとをアルゴン雰囲気中でアトライターにより混合した。SiCウィスカーの含有率は14%とした。これにより得られた複合粉を圧粉、蒸ガス、

